

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際公開

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年1月30日 (30.01.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/008246 A1

(51) 国際特許分類: B60T 8/58, G01L 5/00, G01N 19/02

[JP/JP]; 〒104-8340 東京都中央区京橋1丁目10番
1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/06244

(22) 国際出願日: 2002年6月21日 (21.06.2002)

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 土江 周平
(TSUCHI, Shuhei) [JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市
小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術セン
ター内 Tokyo (JP). 今村 吉雄 (IMAMURA, Yoshinori)
[JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市 小川東町 3-1-1
株式会社ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP). 高
尾 浩二 (TAKAO, Koji) [JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平
市 小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術セン
ター内 Tokyo (JP). 豊福 雅彦 (TOYOFUKU, Masanobu)
[JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市 小川東町 3-1-1
株式会社ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP).

(25) 国際出版の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2001-219888 2001年7月19日 (19.07.2001) JP

特願2001-220381 2001年7月19日 (19.07.2001) JP

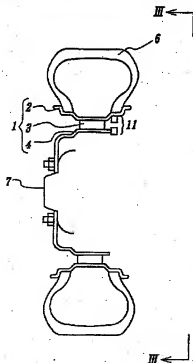
特願2001-224246 2001年7月25日 (25.07.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会
社 ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION)

[転業有]

(54) Title: ROAD SURFACE FRICTION COEFFICIENT ESTIMATING METHOD, SIGNAL MULTIPLEX TRANSMISSION
METHOD AND SIGNAL MULTIPLEX TRANSMISSION DEVICE

(54) 発明の名称: 路面摩擦係数の推定方法および信号多重伝送方法ならびに信号多重伝送装置

(57) Abstract: A method of directly and efficiently estimating a
road surface friction coefficient independently of slip ratio by mea-
suring tangential force and vertical force acting on the elastic body
(3) of an elastic wheel (1), and calculating the road surface friction
coefficient on the basis of the measured values of these forces and
the measured value of wheel angular velocity.

[転業有]

WO 03/008246 A1

WO 03/008246 A1



(74) 代理人: 杉村 周作, 外(SUGIMURA, Kosaku et al);
〒100-0013 東京都千代田区 麹が國 3 丁目 2 番 4 号
麹山ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW,
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシア特許
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロパ特許
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BI, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TO).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

弾性ホイール 1 の弾性体 3 に作用する、接線方向および垂直方向の力を測定し、
これらの力の測定値と、車輪角速度の測定値に基づいて、路面摩擦係数を演算す
ることにより、路面摩擦係数を、スリップ率と無関係に、直接的にしかも精度よ
く推定する方法を提供する。

明 細 書

路面摩擦係数の推定方法および信号多重伝送方法ならびに信号多重伝送装置

技術分野

この発明は、車両のアンチロックブレーキシステム（以下「ABS」という）、もしくは、トラクションコントロールシステムの性能を高めるための制御に不可欠な路面摩擦係数を、精度よく推定する方法に関するものである。

背景技術

車両に用いられるABSの性能を高めるためには、できるだけ大きい路面摩擦係数の状態で、ロック、アンロックの制御を行うことが、効果的であるとされている。この路面摩擦係数は、一定の路面状態では、車輪のスリップ率に依存し、したがって、ABSは、最大の路面摩擦係数を与えるスリップ率の近傍でロック、アンロックの制動を制御するように設計される。

このことから、従来のABSでは、スリップ率を、車両の速度と、車輪の回転数を測定して、これらの測定値に基づいて計算し、このスリップ率がある一定の範囲に入るよう制動を自動制御する方式が一般的である。

しかしながら、このスリップ率から路面摩擦係数を推定する方法では、スリップ率と路面摩擦係数の関係が、路面状況によって大きく変化し、最適な路面摩擦係数に対応するスリップ率が、路面の状況によって異なってしまう、スリップ率だけでは最適な路面摩擦係数が得られないという問題があった。このため、路面状況をも別途併せて推定する等、この問題点を解消する試みはなされているが、未だ、満足できる方法が提案されていない。

一方、この点に関し、路面摩擦係数を、より直接的に測定して、これを推定する試みもなされており、この方法として、特開平6-288798号公報に記載のものが公知である。これによると、車輪を懸架するサスペンションに、歪ゲー

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

ジを取り付け、これに発生する歪を測定して、このサスペンション部分に作用する力の、路面摩擦係数に平行な成分、もしくは、この成分と垂直方向の成分とを測定して、これらの測定値をそれぞれ路面摩擦係数、垂直力と見なし、これらを基に、路面摩擦係数を推定しようとするものである。

しかしながら、この歪ゲージを用いる方法も、スリップ率を用いて摩擦係数を推定する方法に比べて推定をより直接的に行う方法ではあるものの、力を測定する位置が、実際に摩擦力の作用点であるタイヤ近傍から遠いために、摩擦力作用点から、力の測定点の間に加わる外乱の影響を受けた測定結果を得ることになり、さらに、発生する歪が小さいサスペンションに歪ゲージを取り付けて、これを力に換算して求めているため、精度が不十分であるという問題があった。

本発明は、このような問題点を鑑みてなされたものであり、ABSを機能させるのに必須である路面摩擦係数を、スリップ率と無関係に、直接的に推定する方法に関し、タイヤに近い領域で路面摩擦係数、垂直力を測定するとともに、精度よく、この力を測定することにより、リアルタイムに、より正確に路面摩擦係数を推定する方法を提供するとともに、タイヤに近い領域で測定された力の測定信号を車体側に配置されたABSに伝送する際の信号多重伝送方法ならびに信号多重伝送装置を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するため、この発明はなされたものであり、その要旨構成ならびに作用を以下に示す。

(1)

本発明の路面摩擦係数の推定方法は、車軸ハブと、タイヤと、車軸ハブに取り付けられタイヤを支承するホイールとからなる車輪の、車軸ハブとタイヤとの間の力の伝達経路の一部に設けた弾性体を境とする、一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間に作用する力の、接線方向成分と垂直方向成分とを測定し、これらの力の各成分の測定値に基づいてこの車輪の路面との摩擦係数を求めるも

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

のである。

この路面摩擦係数の推定方法によれば、スリップ率と路面摩擦係数の関係式を利用してスリップ率を測定して、スリップ率から間接的に、路面摩擦係数を測定するのではなく、車面上の一点に作用する力の接線方向成分と垂直方向成分を測定して、これから直接、摩擦係数を算出するので、路面の状況に応じて常に変化する摩擦係数を精度よくリアルタイムに算出することができ、制動性能の優れたABSを提供することができる。

さらに、車面上の点に作用する力を、摩擦力が実際に発生する路面との境界に最も近い、車輪上の点で測定するので、摩擦力をより正確に捉えることができ、このことも、ABSの性能向上に寄与させることができる。

(2)

本発明の路面摩擦係数の推定方法は、(1)に記載された発明において、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間の作用力の、接線方向成分と垂直方向成分の測定値に基づいて車輪の路面との摩擦係数を求めるに当たり、

これらの力の各成分の測定とともに、車輪の角速度を測定して、力の接線方向成分 F_t 、垂直方向成分 N および車輪角速度 ω のそれぞれの測定値と、既知の車輪の慣性モーメント I_0 および、車輪有効半径 R とを用いて、この車輪の路面との摩擦係数 μ を、式(1)により求めるものである。

$$\mu = (F_t + (I_0/R) d\omega/dt) / N \quad (1)$$

この路面摩擦係数の推定方法によれば、式(1)により路面摩擦係数 μ を求めることができる。この式の根拠について、図10に基づき説明する。図10は、車輪の一部を構成するホイール1及びタイヤ2を側面よりみた側面図である。この車輪は、角速度 ω で回転している。この車輪に制動をかけると、この路面近傍の、回転中心から車輪有効半径 R の位置にある部分Pには、制動トルク T_b によ

WO 03/068246

PCT/JF02/06244

る制動力 F_b 、摩擦力 F_d 、および垂直力 N が作用している。なお、力の正負は、図10に矢印で示す方向を正の向きとする。この部分の運動方程式は、慣性モーメントを I_0 とすると、式(2)で表すことができ、また、制動トルク T_b と制動力 F_b との関係は式(3)、摩擦力と垂直力の関係は式(4)で表現できる。なお、式(2)において、実際に測定された接線方向の力の値を制動トルクに換算するに際し、弾性体の車輪中心よりの半径 r が車輪有効半径 R と等しいと仮定しているが、これが異なる場合は、測定した接線方向の力に (r/R) を乗じて、これを制動力とすればよい。

$$I_0 \cdot (d\omega/dt) = R \cdot F_d - T_b \quad (2)$$

$$T_b = R \cdot F_b \quad (3)$$

$$F_d = \mu \cdot N \quad (4)$$

これらの式(2)、式(3)および式(4)により、式(1)を導くことができる。

(3)

本発明の路面摩擦係数の推定方法は、(1)～(2)のいずれかに記載された発明において、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間の作用力の接線方向成分と垂直方向成分とを、それぞれ、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間の、接線方向および垂直方向の相対変位を測定して、これらの測定値に基づいて求めるものである。

弾性体を境とする車輪の両部分間に作用する力の接線方向成分と垂直方向成分を求めるには、この力の作用を受ける弾性体の歪を測定するのが容易であり、歪の測定としては、歪ゲージにより電気抵抗の変化を測定する方法、弾性体を挟んで力を作用し合う部分の相対変位を測定する方法があるが、ゴム等弾性の大きな

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

弾性体を用いる場合は、後者の方が、精度が高く有利である。したがって、この路面摩擦係数の推定方法は、車輪の前記两部分間の作用力の接線方向成分と垂直方向成分を、精度よく求めることができる。

(4)

本発明の路面摩擦係数の推定方法は、(3)に記載された発明において、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との、接線方向の相対変位を、前記一方の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点と、これらの点のそれぞれに対応して前記他方の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点との、四対の対応点同志の互いの接線方向の相対変位量を加算して、この加算値に基づいて測定するものである。

この路面摩擦係数の推定方法によれば、四対の対応点同志の互いの接線方向の相対変位量を加算して、弾性体を境とする車輪の、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との、接線方向の相対変位を算出するので、定常状態でなくても、測定点の位置に依存することなく、これを求めることができる。

このことを、図11を参照して説明する。図11は、弾性体を境とする、一方の伝達経路部分の例としてのディスク30と、他方の伝達経路部分の例としてのリム31を示す平面図である。リム31は、図示しない弾性体を介して、ディスク30に連結されている。偏心荷重がない状態では、リム31は、ディスク30の軸心 O_1 と同じ軸心の周りにディスク30と連動して、回転方向Qに沿って回転するが、図11においては、路面からの垂直反力Tにより、リム31の軸心 O_2 は、偏心量Dだけずれている。

そして、この方法においては、まず、ディスク30の軸心 O_1 の周りに点対称に配置された四個の測定点の一つである P_1 と、この P_1 に対応して、リム31の軸心 O_2 の周りに点対称に配置された四個の測定点の一つである P_2 とを、一つの対として、この対の対応点 P_1 、 P_2 同志の互いの変位量の接線方向成分を測定する。そして、他の図示しない三つの対についても同様に、対応点同志の互いの接線方

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

向の変位量を求める。

なお、測定点は、すべて、それぞれの軸心から半径 r だけ離れて配置され、それぞれの軸心の周りを回転するが、その刻々の回転角度を θ で表す。

図示した測定点の対に関して、この接線方向の変位量 X_1 を求める。ディスク30とリム31とが、偏心してない状態で、しかも、接線方向の相対変位量がゼロのとき、リム31上の測定点 P_1 は、 P_1 と一致している。偏心がない状態のまま、ディスク30とリム31との接線方向の相対変位量 α が発生すると、リム31上の測定点は P_1' に移動する。さらに、これに偏心が D だけ発生すると、リム31上の測定点は P_1 に移動する。そしてこれら対応点同志の変位量は P_1 と P_1 間の距離となるので、この接線方向の成分 X_1 は、 P_1 と P_1 間の距離となり、これは図から明らかなように、式(5)の通りとなる。

$$X_1 = r \cdot \sin(\alpha) + D \cdot \cos(\theta) \quad (5)$$

ここで、求めたいのは、ディスク30とリム31との接線方向の相対変位量 α であるが、この式から明らかなように、一対だけの対応点同志の変位量に基づき、刻々変化するディスク30とリム31との相対変位量 α を求めることはできない。なぜなら、 X_1 は測定点の回転角度 θ に依存するからである。そこで、この路面摩擦係数の推定方法は、式(6)に示すように、四対の対応点のそれぞれの接線方向の変位量を加算し、この加算値 $Y1$ に基づいて、接線方向の相対変位量 α を算出することにより、一つの測定点対の回転位置に関わりなく、接線方向の相対変位量 α を求めることを可能にするものである。

$$\begin{aligned} Y1 = & r \cdot \sin(\alpha) + D \cdot \cos(\theta) \\ & + r \cdot \sin(\alpha) + D \cdot \cos(\theta + \pi/2) \\ & + r \cdot \sin(\alpha) + D \cdot \cos(\theta + \pi) \end{aligned}$$

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

$$\begin{aligned}
 &+r \cdot \sin(\alpha) + D \cdot \cos(\theta + 3\pi/2) \\
 &= 4r \cdot \sin(\alpha)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

(5)

本発明の路面摩擦係数の推定方法は、(3)に記載された発明において、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との、垂直方向の相対変位を、前記一方の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点と、これらの点のそれぞれに対応して前記の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点との、四対の対応点同志の互いの半径方向の相対変位量を測定し、これらの相対変位量うち、対角関係にある二対の相対変位量の積をそれぞれ求め、これら二組の積を加算して、この加算値に基づいて測定するものである。

この路面摩擦係数の推定方法によれば、四対の対応点同志の互いの半径方向の相対変位量を求め、これらの相対変位量うち、対角関係にある二対の相対変位量の積をそれぞれ求め、これら二組の積を加算して、この加算値に基づいて、弾性体を境とする車輪の、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との、垂直方向の相対変位量とするので、定常状態でなくとも、測定点の位置に依存することなく、これを求めることができる。

このことを、図12を参照して説明する。図12は、弾性体を境とする、一方の伝達経路部分の例としてのディスク30と、他方の伝達経路部分の例としてのリム31を示す平面図である。図12において、リム31は、図示しない弾性体を介して、ディスク30に連結されている。偏心荷重がない状態では、リム31は、ディスク30の軸心 O_2 と同じ軸心の周りにディスク30と連動して、回転方向Qに沿って回転するが、図12においては、路面からの垂直方向の反力Tにより、リム31の軸心 O_1 は、垂直方向の相対変位量、すなわち、ディスク30とリム31との偏心量Dだけずれている。

そして、この方法においては、まず、ディスク30の軸心 O_2 の周りに点対称に

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

配置された四個の測定点の一つである P_1 と、この P_1 に対応して、リム31の軸心 O_1 の周りに点対称に配置された四個の測定点の一つである P_2 とを、一つの対として、この対の対応点 P_1 、 P_2 同志の互いの変位量の半径方向成分を測定する。そして、他の図示しない三つのついでについても同様に、対応点同志の互いの半径方向の変位量を求める。

なお、測定点は、それぞれの軸心の周りを回転するが、その刻々の回転角度を θ で表す。

図示した測定点の対に関して、この半径方向の変位量 X_1 を求める。ディスク30とリム31とが、偏心していないとき、リム31上の測定点 P_1' は、 P_1 と一致していて、これら同志の変位量はゼロである。

偏心がDだけ発生すると、リム31上の測定点は P_1 に移動する。そして、これら対応点同志の変位量は P_1 と P_2 との間の距離となるので、この半径方向の成分 X_1 は、 P_1 と P_2 との間の距離となりこれは図から明らかなように、式(7)の通りとなる。

$$X_1 = D \cdot \sin(\theta) \quad (7)$$

ここで、求めたいのは、偏心量Dであるが、この式から明らかなように、一対だけの対応点同志の変位量に基づき、刻々変化する偏心量Dを求めることはできない。なぜなら、 X_1 は測定点の回転角度 θ に依存するからである。そこで、この路面摩擦係数の推定方法は、式(8)に示すように、四対の対応点同志の互いの半径方向の相対変位量を測定し、これらの相対変位量うち、対角関係にある二対の相対変位量の積をそれぞれ求め、これら二組の積を加算して、この加算値Y2に基づいて、偏心量Dを算出することにより、一つの測定点対の回転位置に関わりなく、偏心量Dを求めることを可能にするものである。

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

$$\begin{aligned}
 Y2 &= ((D \cdot \sin(\theta)) \cdot (D \cdot \sin(\theta + \pi))) \\
 &\quad + ((D \cdot \sin(\theta + \pi/2)) \cdot (D \cdot \sin(\theta + 3\pi/2))) \\
 &= -2D^2
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

(6)

本発明の路面摩擦係数の推定方法は、(3)～(5)のいずれかに記載された発明において、ホール素子を用い、磁性体の磁束密度の変化を測定して、この変化量に基づいて接線方向もしくは半径方向の相対変位量を求めるものである。

この路面摩擦係数の推定方法によると、ホール素子を用いて、磁性体の磁束密度の変化を測定して、接線方向もしくは半径方向の相対変位量を求めるので、路面摩擦係数を簡易に精度よく推定することができる。

(7)

本発明の信号多重伝送方法は、(1)～(6)のいずれかに記載された前記測定値の信号もしくはこの他の信号を車体側および回転する車輪側の間で伝送するに際して、複数の原信号をそれぞれ、互いにダイナミックレンジが重複しない信号に変換し、変換されたこれらの信号を切換えながら電圧一周波数変換して得られる複合信号を送信コイルに供給し、電磁誘導により受信コイルへ伝送し、受信コイルで受信した複合信号を周波数/電圧変換して得られる信号を複数の所定の電圧レベルを閾値として処理してタイミング信号を生成し、前記周波数/電圧変換して得られる複合信号を、前記タイミング信号によりサンプリングして複数の原信号を再生するものである。

(1)～(6)のいずれかに記載された前記測定値は、回転する車輪側に設けられたセンサによって測定されることになるが、この測定値は少なくとも、この測定値を用いて制動の制御を行うABSに伝送される必要があり、したがって、回転する車輪側とABSが設けられている車体側との間で信号の伝送が必要となる。

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

このような、回転部分と非回転部分との間での信号の伝送方法としては、搬送波上で信号を伝送するいわゆる無線による方法および有線による方法があるが、前者は構成が複雑になるとともに消費電力も大きいという問題があり、一方後者は回転部分と非回転部分の間をスリップリングのような機械的な接点を介して信号の伝送を行うことになり、このような機械的な接点は摩耗による劣化がはげしくメンテナンスの点で問題がある。

そして第三の方法として、回転する車輪側に送信側コイルを配置すると共に車体側にこれと対向するように受信側コイルを配置し、車輪側に配置されたセンサからの検知信号を電磁誘導によって受信側コイルへ伝送することが提案されている。しかし、このような電磁誘導による信号伝送方式では、複数の信号を多重伝送するには構成されていない。

本発明の信号多重伝送方式によれば、例えば前記相対変位を車両の走行中に測定し、これらの測定信号を車体側へ伝送する場合には、車輪側に配置された複数のセンサから出力される測定信号を、それぞれダイナミックレンジが重複しないような信号とした後、上述したように電圧一周波数変換して複合信号を生成し、これを送信コイルから電磁誘導により受信コイルへ伝送し、受信コイルで受信した複合信号を周波数/電圧変換し、複数の所定の電圧レベルを閾値として生成した複数のタイミング信号により、周波数/電圧変換して得られる複合信号をサンプルホールドすることによって元の複数の信号を再生することができる。

(8)

本発明の信号多重伝送装置は、(7)に記載された信号多重伝送方法に用いられる信号多重伝送装置であって、

それぞれのダイナミックレンジが重複しない複数の信号を生成する信号生成回路と、この信号生成回路から同時に出力される複数の信号を、所定の周期で順次に切換えて複合信号を出力するスイッチング回路と、このスイッチング回路から出力される複合信号を、その電圧値に応じた周波数を有する複合信号へ変換する

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

電圧一周波数変換回路と、この電圧一周波数変換回路から出力される複合信号を増幅する出力回路と、この出力回路から出力される増幅された複合信号を伝送する送信コイルと、この送信コイルから電磁誘導により伝送される複合信号を受信する受信コイルと、この受信コイルで受信した複合信号を、その周波数に応じた振幅を有する複合信号へ変換する周波数—電圧変換回路と、この周波数—電圧変換回路から出力される複合信号を複数の所定の電圧レベルを閾値として処理して複数のタイミング信号を生成するタイミング信号生成回路と、前記周波数—電圧変換回路から出力される複合信号を、前記複数のタイミング信号によりそれぞれサンプリングして元の複数の信号のそれぞれを再生する複数のサンプルホールド回路とを具備するものである。

本発明の信号多重伝送装置によれば、その構成から明らかなように、(7)に記載した複数の信号を多重化して、この多重化した信号を車輪側と車体側との間で伝送することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明にかかる測定方法の実施形態を示す車輪の断面図である。

図2は、車輪の回転状態を示す車輪の側面図である。

図3は、図1のIII—III矢視を示す車輪の側面図である。

図4は、接線方向および垂直方向の変位センサ体の構成を示す構成図である。

図5は、接線方向変位センサ体の出力を演算する回路のブロック線図である。

図6は、垂直方向変位センサ体の出力を演算する回路のブロック線図である。

図7は、摩擦係数演算部を示すブロック線図である。

図8は、信号多重信号伝送装置の全体構成を示すブロック線図である。

図9は、タイミング信号の製し得を説明するための信号波形図である。

図10は、ホイール及びタイヤの側面図である。

図11は、ディスクとこれに連結されたリムを示す平面図である。

図12は、ディスクとこれに連結されたリムを示す平面図である。

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の実施形態について図1ないし図12に基づいて説明する。図1は、ホイール1を車両の車軸ハブ7に取り付けた状態で示す断面図である。このホイール1には、車軸ハブ7に取り付けられディスク4と、タイヤ6を支承するリム2と、これらを連結し、車軸ハブ7からタイヤ6の間の力の伝達経路の一部にゴム状弾性体3とを設けていて、ゴム状弾性体3を境とする、一方の力の伝達経路部分をディスク4、他方の伝達経路部分をリム2で構成している。そして、車輪は、車軸ハブ7、タイヤ6およびホイール1よりなっている。

図2は、このホイール1が、走行する車両に取り付けられて、路面に沿って転動する状態を示す、ホイールの側面図である。ゴム状弾性体3を介してディスク4に連結されているリム2は、ディスク4の軸線とほぼ同軸に取り付けられているが、重力による垂直方向の作用によりゴム状弾性体3が上下方向に変形するため、リム2は、ディスク4に対して偏心率 R だけ方向 T に相対変位する。また、リム2は、ゴム状弾性体3を介して、ディスク4により駆動され、回転方向 Q に回転するが、ゴム状弾性体3の回転方向の弾性変形により、ディスク4に対して、接線方向の相対変位量 α だけねじれて回転する。

図3は、図1のIII-III矢視を示す、ホイール1の側面図である。図3に示すように、ホイール1のリム2とディスク4との境界部分に接線方向変位センサ体11と垂直方向変位センサ体12とを、それぞれ周上四箇所に設けている。

図4は、接線方向変位センサ体11および垂直方向変位センサ体12の構成を示す構成図である。これらのセンサ体11、12は、棒状磁石15と、棒状磁石15の軸線 L 上に対向して配置されたホール素子プローブ14と、アンプ16とにより構成されている。そして、これらのセンサ体11、12は、棒状磁石15の先端とホール素子プローブ14の先端との軸線に沿った方向の間隔の変化を検出することができる。

四個の接線方向変位センサ体11を構成する四個の棒状磁石15を、リム2上

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

の、この軸心を中心とする点対称位置に取り付け、それぞれの棒状磁石15に対応する四個のホール素子ブロープ14を、ディスク4上の、この軸心を中心とする点対称位置に取り付けるとともに、軸線Lを接線方向に向けている。

ここにおいて、棒磁石15の先端と、これに対応するホール素子ブロープ14の先端とよりなる各対は、それぞれ、対をなす対応点を構成し、これらの対応点同志の互いの接線方向の相対変位量を測定し、これらの四対の相対変位量を加算して、この加算値Y1に基づいて、リム2のディスク4に対する接線方向変位量を算出する。すなわち、ホイール1の刻々変化する回転角度を θ 、対応点の軸心よりの距離を r 、偏心量を D 、リム2とディスク4との接線方向相対変位量を α としたとき、前述の式(6)により、接線方向相対変位量 α を、四対の相対変位量の加算値Y1から求めることができ、このY1は、ホイール1の刻々変化する回転角度 θ に依存しないので、リム2とディスク4との接線方向相対変位量 α を、リアルタイムに求めることができる。

図5は、接線方向変位センサ体11の出力を演算する回路のブロック線図である。接線方向変位センサ体11のアンプ16Aの出力は加算器21に入力され、加算値Y1を出力する。

次に、リム2のディスク4に対する垂直方向の変位量、すなわち、偏心量を求めるための方法について説明する。四個の垂直方向変位センサ体12を構成する四個の棒状磁石15を、リム2上の、この軸心を中心とする点対称位置に取り付け、それぞれの棒状磁石15に対応する四個のホール素子ブロープ14を、ディスク4上の、この軸心を中心とする点対称位置に取り付けるとともに、軸線Lを半径方向に向ける。

ここにおいて、棒磁石15の先端と、これに対応するホール素子ブロープ14の先端とよりなる各対は、それぞれ、対をなす対応点を構成し、これらの対応点同志の互いの径方向の相対変位量を測定し、これらの相対変位量うち、対角関係にある二対の相対変位量の積をそれぞれ求め、これら二組の積を加算して、この

WO 03/008246

PCT/JF02/06244

加算値 $Y2$ に基づいて偏心量を算出する。すなわち、ホイール1の刻々変化する回転角度を θ 、偏心量を D としたとき、前述の式(8)により、偏心量 D を、加算値 $Y2$ から求めることができ、この $Y2$ は、ホイール1の刻々変化する回転角度 θ に依存しないので、回転角度 θ に依存しない量として、偏心量 D を、リアルタイムに求めることができる。

図6は、垂直方向変位センサ体12の出力を演算する回路のブロック線図である。対角に位置する垂直方向変位センサ体12のアンプ16Bからの出力同志を掛け合わせる二つの乗算器22からの出力は、加算器24で加算され、 $Y2$ として出力される。そして、式(8)に基づいて、この $Y2$ をソフトウェア部25で演算して、偏心量 D に相当する偏心値 $Y3$ を逆算する。

図7は、摩擦係数を計算する摩擦係数演算部26を示すブロック線図である。摩擦係数演算部26は、接線方向変位センサ体11からの加算値 $Y1$ および垂直方向変位センサ体12からの偏心値 $Y3$ と、図示しない車輪回転速度センサからの角速度入力値 Z に基づいて、前述の式(1)に示す方法にしたがって、摩擦係数を推定演算する。

以上、おのおのの変位センサ体の出力に基づいて摩擦係数を推定する方法を、図5～図7に示すブロック線図を用いて説明した。おのおのの変位センサ体11、12のアンプ16A、16B、および、加算値 $Y1$ ならびに加算値 $Y2$ を計算するための演算回路を構成する加算器21、24と乗算器22とは、それぞれ回転する車輪に取り付けられ、また、加算値 $Y1$ 、 $Y2$ より摩擦係数を計算するためのコンピュータ部分、すなわち、ソフトウェア部25および摩擦係数演算部26は車体側に設けられているため、加算値 $Y1$ 、 $Y2$ の信号を車輪側から車体側に送信する必要があるが、その送信は信号線によらないのがよい。なぜなら、スリップリング等を介して、有線にて送信することは可能ではあるが、回転部と非回転部の間のスリップによる磨耗や発熱に起因する問題を回避することができないためである。

WO 03/005246

PCT/JP02/06244

信号線によらない場合、加算値 $Y1$ 、 $Y2$ の信号を二系統の伝送路を設けて、これにより車輪側から車体側へ送信することは不経済であり、多重送信するのが好ましい。信号線によらない方法としては、信号を電波により搬送する方法が一般的であるが、このような、走行する車両の車輪側から車体側への信号伝送にあつては、ノイズの影響を受けやすいことにより、電磁誘導により信号を伝送する方式を採用した。

本実施の形態で用いる多重伝送装置について、図8～図9に基づいて、以下に説明する。図8は多重伝送装置40の全体構成を示すブロック線図である。信号多重伝送装置40は、加算値信号 $Y1$ 、 $Y2$ を、車輪側から車体側に送信するものであり、信号を車輪側から車体側に伝送する方法について次に説明する。加算値 $Y1$ と加算値 $Y2$ とよりなる原信号をそれぞれ信号生成回路29に入力し、信号生成回路29にて互いのダイナミックレンジが互いに重複しないよう変換する。ダイナミックレンジの例として、例えば、加算値 $Y1$ を $0.5V \sim 1.0V$ の電圧範囲とし、加算値 $Y2$ を $1.5V \sim 2.0V$ の電圧範囲とする。

ついで、これらの変換された加算値信号をスイッチング回路32へ供給し、このスイッチング回路32では、これらの信号を所定の周期で順次に切換えて出力する。本明細書においてはこのようにしてスイッチング回路32から出力される信号を複合信号と称する。加算値信号 $Y1$ 、 $Y2$ のダイナミックレンジはそれぞれ異なっているので、スイッチング回路32での切換え時には信号がジャンプすることになる。

このようにしてスイッチング回路32から出力される複合信号を、次に電圧一周波数変換回路33へ供給する。電圧一周波数変換回路33においては、入力信号を、その電圧値に応じた周波数を有する出力信号へ変換する機能を有している。電圧一周波数変換回路33からは周波数レンジが順次に切り替わる複合信号が出力されることになる。さらに、この電圧一周波数変換回路33から出力される複合信号を出力回路34で増幅した後、この出力回路34から出力される増

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

幅された複合信号を送信コイル35へ供給する。この送信コイル35はホイール1に、車軸ハブ7と同心的に配置されており、タイヤ6およびホイール1と一体的に回転するものである。

車両の車体側には、上述した送信コイル35と対向するように受信コイル36が配置されており、送信コイル35から電磁誘導により伝送される複合信号を受信コイル36で受信するように構成する。前述したように、それぞれの変位センサ体のアンプ16A、16B、加算器22、24と乗算器23を含む演算回路、スイッチング回路32、電圧一周波数変換回路33および出力回路34は送信コイル35と同様に車輪側に配置されているが、これらに対する電力は、受信コイル36から送信コイル35へ電磁誘導によって供給するようにしているので、バッテリーなどの電源を必要としない。このようにコイルによる電磁誘導によって電力の供給を行うこと自体は既知であるので、これ以上詳細には説明しない。

上述したように受信コイル36で受信した複合信号を周波数-電圧変換回路37へ供給し、その周波数に応じた振幅を有する複合信号へ変換する。この周波数-電圧変換回路37から出力される複合信号には複数の信号の情報が混合されているので、これらを識別する必要がある。このために、周波数-電圧変換回路37から出力される複合信号をタイミング信号生成回路38へ供給する。このタイミング信号生成回路38では、複数の所定の電圧レベルを閾値として設定する。図9に示すように、それぞれのダイナミックレンジの境界域にある電圧値、例えば、1.2Vを閾値として設定する。

複合信号中の第1の信号 S_1 が第2の信号に切り替わるときには、複合信号の振幅は1.2Vの閾値を越え、複合信号中の第2の信号 S_2 が第1の信号に切り替わるときには、反対方向（大きい方から小さい方へ）に越える。このように複合信号中に含まれる順次の信号の切り換わりにおいて複合信号の振幅は順次の閾値を越えることになるので、タイミング信号生成回路38からこれらのタイミングで各タイミング信号が生成されてから所定の時間 τ が経過した時点でサンプリ

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

ングを行うことにより所定の信号をそれぞれ適正にサンプルホールドすることができる。

このようにしてタイミング信号生成回路38から出力される複数のタイミング信号を、上述した周波数—電圧変換回路37から出力される複合信号をそれぞれ受ける二つのサンプルホールド回路39にそれぞれ供給し、これらのサンプルホールド回路においては、それぞれのタイミング信号から時間 t だけ経過した時点で発生されるサンプリング信号に応じて複合信号をサンプルホールドすることにより、複合信号中に含まれる元の信号をそれぞれ再生することができる。このようにして送信コイル35および受信コイル36を用いる電磁誘導により複数の信号を多重して伝送することができる。これらの信号は車体側に設けた信号処理回路へ供給し、ここで所定の処理を行って摩擦係数の推定を行うことができる。

以上、加算器21、24と乗算器22とは、それぞれ回転する車輪に取り付けられている場合について説明したが、加算器21、24と乗算器22を車体側に設けることもでき、その場合、アンプ16A、16Bからの合計八個の信号を信号生成回路29に入力し、これら八個の信号を、互いに異なる八個のダイナミックレンジの信号に変換した後、前述の説明に従って車体側に伝送したあと八個の原信号に復元することができる。

また、上述したように、本発明による信号多重伝送方法および装置においては、スイッチング回路22において各信号をサンプリングするのと同じような操作を行うので、このスイッチング回路22でのスイッチング周波数は、サンプリング定理に基づいて決めることができる。例えば、伝送すべき複数の信号の中の最高周波数を f_H とし、信号の個数を N とし、各信号を同じレートで伝送する場合に、スイッチング周波数 f_s は、 $f_s = 2Nf_H$ とすれば良い。

さらに、本発明は上述した実施例にのみ限定されるものではなく、幾多の変更や変形が可能である。例えば、上述した実施例では伝送すべき複数の信号のダイナミックレンジを連続して設定したが、例えば第1の信号のダイナミックレンジ

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

を0～1Vとし、第2の信号のダイナミックレンジを2～3Vとするように不連続的に設定することもできる。また、上述した実施例では、複数の信号を順次に伝送して全ての信号の伝送レートを等しくしたが、各信号の伝送レートを相違させることもできる。

産業上の利用可能性

以上述べたところから明らかなように、この発明によれば、弾性ホイール上の弾性体に作用する接線方向と垂直方向の力を測定し、これに基づいて、路面摩擦係数を推定することにより、路面摩擦係数を、スリップ率と無関係に、直接的に、しかも、精度よく推定することができ、ABSの性能向上に寄与することができ、

そしてまた、車輪側で測定された測定値を、車体側のABSに伝送するに際して、電磁誘導により複数の信号を多重化して伝送するので、簡易でかつ耐ノイズ性の高い伝送装置を構成することができ、しかも信号を多重化することにより、所定時間内に多くの情報を送信することができレスポンスの速いABSの達成を可能とすることができる。

さらに、この信号多重伝送方法および信号多重伝送装置は、回転する車輪と車体との間の信号の伝送のみならず、多くの信号を信号線なしで送信しようとする際の他の用途での信号伝送にも応用することができる。

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

請求の範囲

1. 車軸ハブと、タイヤと、車軸ハブに取り付けられタイヤを支承するホイールとからなる車輪の、車軸ハブとタイヤとの間の力の伝達経路の一部に設けた弾性体を境とする、一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間に作用する力の、接線方向成分と垂直方向成分とを測定し、これらの力の各成分の測定値に基づいてこの車輪の路面との摩擦係数を求める路面摩擦係数の推定方法。

2. 前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間の作用力の、接線方向成分と垂直方向成分の測定値に基づいて車輪の路面との摩擦係数を求めるに当たり、

これらの力の各成分の測定とともに、車輪の角速度を測定して、力の接線方向成分 F_b 、垂直方向成分 N および車輪角速度 ω のそれぞれの測定値と、既知の車輪の慣性モーメント I_0 および、車輪有効半径 R とを用いて、この車輪の路面との摩擦係数 μ を、式(1)により求める請求の範囲第1項に記載の路面摩擦係数の推定方法。

$$\mu = (F_b + (I_0/R) d\omega/dt) / N \quad (1)$$

3. 前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間の作用力の接線方向成分と垂直方向成分とを、それぞれ、前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との間の、接線方向および垂直方向の相対変位を測定して、これらの測定値に基づいて求める請求の範囲第1～2項のいずれかに記載の路面摩擦係数の推定方法。

4. 前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との、接線方向の相対変位を、前記一方の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点と、これらの点のそれぞれに対応して前記他方の伝達経路部分上にその軸心周りに点

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

対称に配置された四つの点との、四対の対応点同志の互いの接線方向の相対変位量を加算して、この加算値に基づいて測定する請求の範囲第3項に記載の路面摩擦係数の推定方法。

5. 前記一方の伝達経路部分と他方の伝達経路部分との、垂直方向の相対変位を、前記一方の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点と、これらの点のそれぞれに対応して前記の伝達経路部分上にその軸心周りに点対称に配置された四つの点との、四対の対応点同志の互いの半径方向の相対変位量を測定し、これらの相対変位量うち、対角関係にある二対の相対変位量の積をそれぞれ求め、これら二組の積を加算して、この加算値に基づいて測定する請求の範囲第3項に記載の路面摩擦係数の推定方法。

6. ホール素子を用い、磁性体の磁束密度の変化を測定して、この変化量に基づいて接線方向もしくは半径方向の相対変位量を求める請求の範囲第3～5項のいずれかに記載の路面摩擦係数の推定方法。

7. 請求の範囲第1～6項のいずれかに記載された前記測定値の信号もしくははこの他の信号を車体側および回転する車輪側の間で伝送するに際して、複数の原信号をそれぞれ、互いにダイナミックレンジが重複しない信号に変換し、変換されたこれらの信号を切換えながら電圧一周波数変換して得られる複合信号を送信コイルに供給し、電磁誘導により受信コイルへ伝送し、受信コイルで受信した複合信号を周波数/電圧変換して得られる信号を複数の所定の電圧レベルを閾値として処理してタイミング信号を生成し、前記周波数/電圧変換して得られる複合信号を、前記タイミング信号によりサンプリングして複数の原信号を再生する信号多重伝送方法。

8. 請求の範囲第7項に記載された信号多重伝送方法に用いられる信号多重伝送装置であって、

それぞれのダイナミックレンジが重複しない複数の信号を生成する信号生成回路と、この信号生成回路から同時に出力される複数の信号を、所定の周期で順次

WO 03/008246

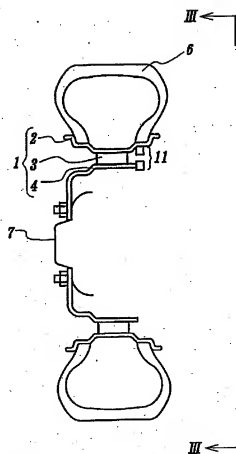
PCT/JP02/06244

に切換えて複合信号を出力するスイッチング回路と、このスイッチング回路から出力される複合信号を、その電圧値に応じた周波数を有する複合信号へ変換する電圧-周波数変換回路と、この電圧-周波数変換回路から出力される複合信号を増幅する出力回路と、この出力回路から出力される増幅された複合信号を伝送する送信コイルと、この送信コイルから電磁誘導により伝送される複合信号を受信する受信コイルと、この受信コイルで受信した複合信号を、その周波数に応じた振幅を有する複合信号へ変換する周波数-電圧変換回路と、この周波数-電圧変換回路から出力される複合信号を複数の所定の電圧レベルを閾値として処理して複数のタイミング信号を生成するタイミング信号生成回路と、前記周波数-電圧変換回路から出力される複合信号を、前記複数のタイミング信号によりそれぞれサンプリングして元の複数の信号のそれぞれを再生する複数のサンプルホールド回路とを具備する信号多重伝送装置。

WO 03/008246

PCT/JP02/06244

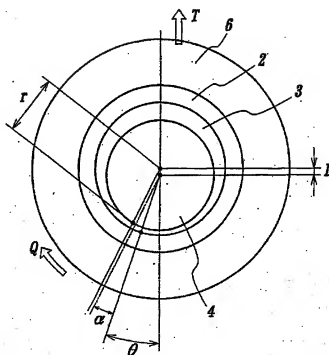
FIG. 1



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

FIG. 2



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

FIG. 3

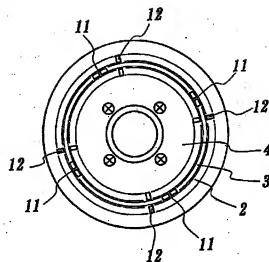
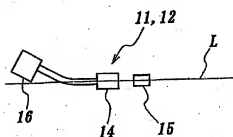


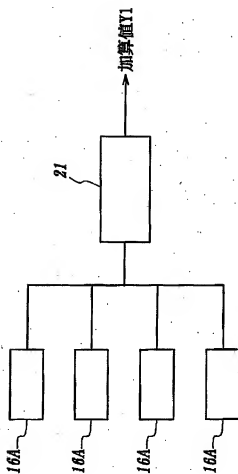
FIG. 4



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

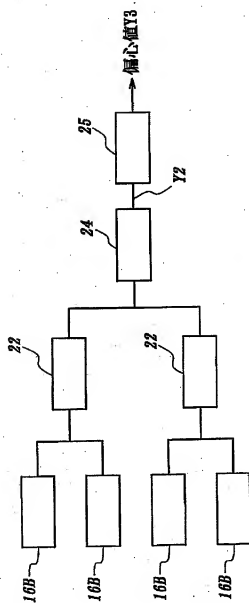
FIG. 5



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

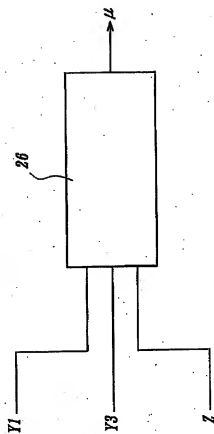
FIG. 6



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

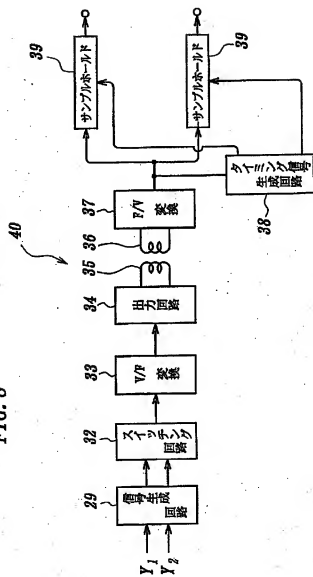
FIG. 7



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

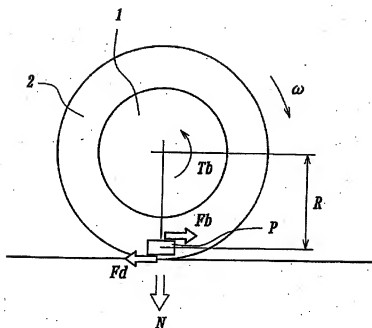
FIG. 8



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

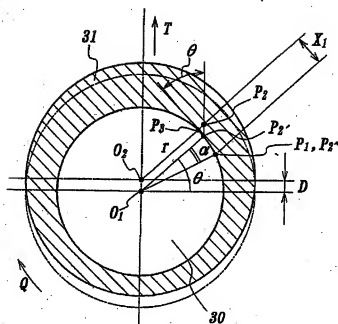
FIG. 10



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

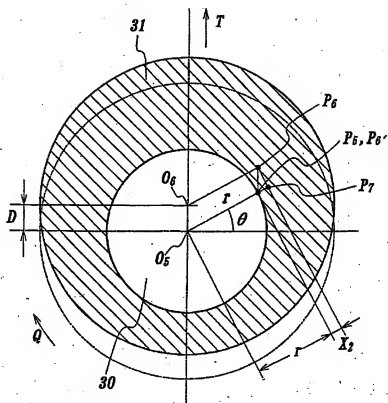
FIG. 11



WO 03/008246

PCT/JP02/06244

FIG. 12



International application No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/06244

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-091298 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 06 April, 2001 (06.04.01), Full text (Family: none)	6
Y	JP 7-333051 A (Hitachi, Ltd.), 22 December, 1995 (22.12.95), Full text (Family: none)	6
Y	JP 6-112915 A (Suzuki Motor Corp.), 22 April, 1994 (22.04.94), Full text (Family: none)	7, 8
P, A	JP 2002-036836 A (Bridgestone Corp.), 06 February, 2002 (06.02.02), (Family: none)	1-6
P, A	JP 2002-002472 A (Bridgestone Corp.), 09 January, 2002 (09.01.02), (Family: none)	1-6
A	JP 11-094661 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 April, 1999 (09.04.99), (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO2/06244

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B60T8/58, G01L5/00, G01N19/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B60T8/58, H04J1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年
 日本国特許実用新案公報 1994-2002年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 5-077707 A (日本電子工業株式会社) 1993.03.30, 全文, 第8図 (ファミリーなし)	1 2, 3, 6-8 4, 5
Y	JP 56-039946 A (日産自動車株式会社) 1981.04.15, 第2頁左下欄 第10行-右下欄第3行 (ファミリーなし)	2
Y	US 5878365 A (NIPPONDENSO CO., LTD.) 1999.03.02, 列-A2 & JP 8-324414 A, 請求項 2	3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日以前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日以前、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.09.02

国際調査報告の発送日

08.10.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区蔵が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田合 弘幸



3W 9620

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP02/06244

C (続き)。関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-091298 A (住友金属鉱山株式会社) 2001.04.06, 全文 (ファミリーなし)	6
Y	JP 7-333051 A (株式会社日立製作所) 1995.12.22, 全文 (ファミリーなし)	6
Y	JP 6-112915 A (スズキ株式会社) 1994.04.22, 全文 (ファミリーなし)	7,8
PA	JP 2002-036836 A (株式会社ブリヂストン) 2002.02.06 (ファミリーなし)	1-6
PA	JP 2002-002472 A (株式会社ブリヂストン) 2002.01.09 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-094661 A (日産自動車株式会社) 1999.04.09 (ファミリーなし)	1-6